Modes alternatifs de répression des insectes dans les agro-écosystèmes québécois

TOME 4

TECHNIQUES PHYSIQUES

Modes alternatifs de répression des insectes dans les agro-écosystèmes québécois

TOME 4

TECHNIQUES
PHYSIQUES

André Payette
Madeleine Chagnon

Consultants CVIAB Inc.

Étude réalisée à la demande du
Ministère de l'Environnement du Québec et
du Centre québécois de valorisation de la biomasse

MARS 1990

90-07304/

Étude réalisée sous la responsabilité de

André Payette, entomologiste
Madeleine Chagnon, entomologiste
Consultants CVIAB Inc.
2845, rue Notre-Dame
Saint-Hyacinthe (Québec)
J2S 2R8

Avec la collaboration de

Suzanne Colbert, biologiste
Marie-Claude Lavoie, biologiste

Étude subventionnée par

la Direction de la recherche et des technologies environnementales
du ministère de l'Environnement du Québec
et par
le Centre québécois de valorisation de la biomasse

Référence pour citer ce document

Payette A. et M. Chagnon. 1990. **Modes alternatifs de répression des insectes dans les agro-écosystèmes québécois, tome 4 : Techniques physiques.** Québec. Ministère de l'Environnement et Centre québécois de valorisation de la biomasse. 53 p.

Mots-clés : technique physique, insecte ravageur, répression, insecticide, dépistage, suppression, piège, barrière, répulsion, appât.

Dépôt légal – 1er trimestre 1990 Envirodoq EN900006
Bibliothèque nationale du Québec
ISBN 2-550-20617-7 (Série)
ISBN 2-550-20621-5

Série QEN/EN-22/1

AVANT-PROPOS

Au Québec comme ailleurs, les productions végétales ne peuvent être envisagées sans recourir à des moyens de lutte contre les insectes ravageurs des récoltes. Les pesticides chimiques constituent le moyen de contrôle le plus utilisé. Toutefois, il faut reconnaître qu'un usage massif et parfois abusif des pesticides chimiques entraîne une augmentation de la pollution environnementale et constitue un risque pour la santé humaine. Les solutions à ce problème résident dans la limitation de l'utilisation des insecticides chimiques afin d'éviter les écarts de conduite et de favoriser le développement de modes alternatifs de répression des insectes ravageurs.

Cette étude vise à présenter les perspectives techniques et commerciales les plus intéressantes, pour le développement de modes alternatifs de répression des insectes ravageurs dans les agro-écosystèmes, et à suggérer certains projets de développement technologique et industriel au Québec.

L'étude comporte six tomes traitant des sujets suivants :

Tome 1 Modes alternatifs de répression des insectes dans les agro-écosystèmes québécois : document synthèse

Tome 2 Identification des insectes ravageurs dans les agro-écosystèmes conventionnels et état de l'agriculture biologique au Québec

Tome 3 Modes alternatifs de répression des insectes : les agents biologiques

Tome 4 Modes alternatifs de répression des insectes : les techniques physiques

Tome 5 Modes alternatifs de répression des insectes : les méthodes culturales et la résistance des végétaux

Tome 6 Survol de marché des alternatives aux insecticides en agriculture au Québec

Le tome 4 fait l'inventaire des techniques physiques utiles au contrôle des ravageurs. Elles ont été évaluées en regard de leur efficacité et de leur facilité d'application.

Nous souhaitons que cette étude guide les chercheurs, fournisse des informations aux dirigeants d'entreprises et devienne, pour les organismes gouvernementaux et para-gouvernementaux impliqués dans le domaine, une référence-clé dans l'évaluation de projets soumis à leur attention.

Les interprétations et opinions contenues dans ce document demeurent la responsabilité des auteurs et n'engagent en rien le ministère de l'Environnement du Québec et le Centre québécois de valorisation de la biomasse qui ont subventionné l'étude.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements s'adressent tout d'abord au ministère de l'Environnement du Québec et au Centre québécois de valorisation de la biomasse pour le financement de cette étude. Nous remercions également Messieurs **Michel Goulet** et **Richard Desrosiers**, du ministère de l'Environnement du Québec ainsi que Madame **Danielle Rivard** du Centre québécois de valorisation de la biomasse pour leur patience, leur appui et leurs judicieux conseils.

Un grand merci à **Suzanne Colbert** et à **Marie-Claude Lavoie** pour le support qu'elles ont apporté dans la compilation des données.

Nous voulons exprimer notre reconnaissance aux personnes qui ont contribué à la vérification et à la mise à jour des informations contenues dans ce document. Nous remercions particulièrement **Claude Ritchot**, **Michèle Roy** et **Pierre Sauriol**, MAPAQ, **Jean-Marie Duchêsne**, MAPAQ ainsi que **Pierre Martel**, **Charles Vincent** et **Guy Boivin**, Agriculture Canada.

Nous tenons à remercier Monsieur **Rénald Bourgeois** et Madame **Monique Lalonde** pour la correction et l'amélioration du texte ainsi que Madame **Sylvie Bergeron** pour la coordination de la publication.

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS 3

REMERCIEMENTS 5

TABLE DES MATIÈRES. 7

TABLEAUX 8

ANNEXES 10

1. INTRODUCTION 11

1.1 Les techniques physiques alternatives aux insecticides 11

1.2 Les techniques de dépistage 11

1.3 Les techniques de suppression 12

1.4 Liste des techniques physiques 12

2. MÉTHODOLOGIE 13

3. ARTHROPODES RAVAGEURS 13

Aleurode des serres (M.), Trialeurodes vaporariorum (Westw.) 14

Carpocapse de la pomme (F.), Cydia pomonella L. 15

Charançon de la carotte (M.), Listronotus oregonensis (Le Conte). 16

Charançon de la prune (M.), Conotrachelus nenuphar (Hbst.). 17

Chrysomèle des racines du maïs (F.), Diabrotica barberi S.& L. 18

Doryphore de la pomme de terre (M.),
Leptinotarsa decemlineata Say 19

Hoplocampe des pommes (F.),
Hoplocampa testudinae (Klug) 20

Mouche de la pomme (F.),
Rhagoletis pomonella (Walsh) 21

Mouche de l'oignon (F.)
Delia antiqua (Meig.) 23

Mouche du chou (F.),
Delia radicum (L.) 25

Orthosie verte (F.),
Orthosia hibisci (Gn.) 27

Punaise terne (F.),
Lygus lineolaris (P. de B.) 28

Pyrale du maïs (F.),
Ostrinia nubilalis (Hbn.) 28

Tétranyque à deux points (M.),
Tetranychus urticae Koch 29

Thrips des petits fruits (M.),
Frankliniella occidentalis (Perg.) 30

4. CONCLUSION 31

GLOSSAIRE 32

BIBLIOGRAPHIE 33

TABLEAUX

Tableau 1 Aleurode des serres (M.),
Trialeurodes vaporariorum (Westw.) :
Sommaire sélectif des techniques
physiques de répression 14

Tableau 2 Carpocapse de la pomme (F.), Cydia
pomonella L. : Sommaire sélectif des
techniques physiques de répression. 16

Tableau 3 Charançon de la carotte (M.),
Listronotus oregonensis (Le Conte) :
Sommaire sélectif des techniques
physiques de répression 17

Tableau 4 Charançon de la prune (M.),
Conotrachelus nenuphar (Hbst.) :
Sommaire sélectif des techniques
physiques de répression. 18

Tableau 5 Chrysomèle des racines du maïs (F.), Diabrotica barberi S. & L. : Sommaire sélectif des techniques physiques de répression. 18

Tableau 6 Doryphore de la pomme de terre (M.), Leptinotarsa decemlineata Say : Sommaire sélectif des techniques physiques de répression 19

Tableau 7 Hoplocampe des pommes (F.), Hoplocampa testudinae (Klug) : Sommaire sélectif des techniques physiques de répression 20

Tableau 8 Mouche de la pomme (F.), Rhagoletis pomonella (Walsh) : Sommaire sélectif des techniques physiques de répression. 22

Tableau 9 Mouche de l'oignon (F.), Delia antiqua (Meig.) : Sommaire sélectif des techniques physiques de répression 24

Tableau 10 Mouche du chou (F.), Delia radicum (L.) : Sommaire sélectif des techniques physiques de répression. 26

Tableau 11 Orthosie verte (F.), Orthosia hibisci (Gn.) : Sommaire sélectif des techniques physiques de répression 27

Tableau 12 Punaise terne (F.), Lygus lineolaris (P. de B.) : Sommaire sélectif des techniques physiques de répression 28

Tableau 13 Pyrale du maïs (F.), Ostrinia nubilalis (Hbn.) : Sommaire sélectif des techniques physiques de répression 29

Tableau 14 Tétranyque à deux points (M.), Tetranychus urticae Koch : Sommaire sélectif des techniques physiques de répression 30

Tableau 15 Thrips des petits fruits (M.), Frankliniella occidentalis (Perg.) : Sommaire sélectif des techniques physiques de répression. 30

ANNEXES

Annexe A Description des techniques physiques 39

Annexe B Noms des compagnies, institutions et stations de recherches sollicitées pour obtenir des informations sur des produits commercialisés 47

Annexe C Groupes de recherche au Québec oeuvrant dans le domaine des alternatives (techniques physiques) 51

1. INTRODUCTION

Les techniques physiques de répression consistent en l'utilisation d'un dispositif de capture, particulièrement dans les programmes de dépistage, afin de surveiller la présence de ravageurs causant des dommages aux cultures.

Les principales techniques physiques utilisées sont les pièges à phéromones, les pièges visuels, les pièges-appâts, les pièges à insectes volants, les barrières et les répulsifs, les techniques de prélèvement ou toute autre technique s'y apparentant.

1.1 Techniques physiques alternatives aux insecticides

Le but principal de l'utilisation des techniques physiques, plus particulièrement celles de dépistage, est de signaler l'arrivée ou l'émergence des populations d'insectes ravageurs. Ainsi, les producteurs pourront déterminer le moment le plus propice pour intervenir, soit par des traitements phytosanitaires ou par tout autre moyen. Le dépistage permet généralement de réduire le nombre d'applications d'insecticides (Boivin, 1985 ; Eckenrode et al., 1983 ; Madsen et Vakenti 1972, 1973 ; Neilson et al., 1976, 1981 ; Owens et Prokopy, 1978a, 1978b ; Reissig et Tette, 1979 ; Rivard, 1972 ; Stanley et al., 1987 ; Stockel et al., 1984 ; Trottier et al., 1975 ; Vakenti et Madsen, 1976). Les techniques physiques peuvent varier selon les objectifs à atteindre (dépistage ou suppression).

1.2 Les techniques de dépistage

Elles sont conçues pour capturer les ravageurs ou les éloigner. Elles peuvent stimuler certaines réactions (spontanées), excitation par des leurres visuels, olfactifs, lumineux, calorifiques ou gravitationnels. D'autres sont conçues pour les extraire de leur environnement.

Pour le dépistage, des seuils économiques souvent provisoires (CPVQ, 1988) ont été établis pour certains ravageurs, selon la culture et la région concernée. Le nombre de spécimens capturés ou observés directement ne doit pas dépasser un seuil pré-déterminé. Ce seuil est fixé par une estimation de l'avantage économique à tirer des traitements phytosanitaires ou de toute autre méthode disponible de lutte. Lorsque le ravageur atteint un niveau déterminé, le producteur doit décider rapidement des mesures à prendre. Il se doit d'intervenir pour maintenir la densité de population sous le seuil économique, afin de minimiser les dégâts.

La recommandation du dépisteur résulte en une action à incidence économique. Pour cette raison, les techniques employées doivent fournir des données fiables sur les densités de population et leur distribution spatiale. Depuis quelques années, la technologie de capture a beaucoup évolué. Les techniques mentionnées ici sont les plus couramment utilisées, et permettent d'obtenir des renseignements nécessaires à la lutte intégrée.

1.3 Les techniques de suppression

Les techniques physiques de répression peuvent être utilisées comme alternatives aux insecticides chimiques, dans le but d'éliminer ces populations ou de les maintenir en-dessous des seuils économiques. Les techniques employées sont souvent les mêmes que pour le dépistage, mais elles sont alors utilisées plus largement afin d'obtenir un effet de piégeage massif. Certaines techniques physiques sont utilisées pour empêcher la présence et la ponte des ravageurs, réduisant ainsi les populations locales.

1.4 Liste des techniques physiques

On retrouvera, à l'annexe A, une description des techniques physiques énumérées ici :

Piégeage

- pièges à phéromones (d'accouplement)
- pièges visuels
  - panneaux et rubans de couleurs
  - sphères rouges
  - pièges coniques
  - pièges à eau
- pièges-appâts olfactifs
  - panneaux de couleurs
- pièges à géotropisme
  - cages de sortie d'adultes
- pièges à insectes volants
  - pièges lumineux

Barrières et répulsion

- filtres à ventilateur
- pellicules plastiques
- disques-abris

Prélèvement

- battage

Irradiation

- stérilisation des mâles

Autres techniques

- savons insecticides
- huile de pin
- modèles bioclimatiques

2. MÉTHODOLOGIE

Une recherche bibliographique informatisée a porté sur les techniques physiques employées contre les insectes ravageurs les plus importants en agriculture. Les mots-clés retenus, outre les noms génériques et spécifiques des insectes, ont été : Physical control, Trap, Sticky, Barrier, Pheromone, Lure, Dispenser, Plate, Greenhouse. Par l'entremise de Dialog Services Inc. on a consulté les banques :

fichier 10 : Agricola 1979-88
fichier 110 : Agricola -1978
fichier 50 : CAB 1979-88
fichier 53 : CAB -1978
fichier 55 : Biosis previews 1981-88.

Les articles les plus pertinents étaient consultés ; les noms des manufacturiers et des distributeurs s'intéressant aux produits retenus étaient notés. A l'annexe B, nous présentons certaines compagnies, institutions et stations de recherches impliquées dans le développement et le commerce de certains produits de capture.

Enfin, les personnes suivantes ont été consultées :

Claude Bernard	Serriculteur	Rougemont
Guy Boivin	Agriculture Canada	Saint-Jean-sur-Richelieu
André Carrier	MAPAQ	Québec
Francine de Pastillé	Phytocontrol	Montréal
Fernand Drolet	MAPAQ	Châteauguay
Linda Gilkerson	Applied Bionomics	Vancouver
Suzan Healy	Better Yield	Ontario
Pierre Martel	Agriculture Canada	Saint-Jean-sur-Richelieu
Jean Michel	Morin Duclos	France
Yvon Morin	Agrilus	Saint-Alexandre
Claude Ritchot	MAPAQ	Saint-Hyacinthe
Michèle Roy	MAPAQ	Saint-Hyacinthe
Serge Sévigny	Bio-Contrôle	Québec
Charles Vincent	Agriculture Canada	Saint-Jean-sur-Richelieu

3. ARTHROPODES RAVAGEURS

Les ravageurs retenus sont ceux identifiés au tome 2. Quelques espèces moins importantes ont été traitées puisque certaines techniques de répression étaient similaires à celles des espèces d'importance majeure. Pour chacun des ravageurs, les techniques physiques de répression sont présentées sous forme de tableaux.

Aleurode des serres (M.)
Trialeurodes vaporariorum (Westw.)

L'aleurode des serres est le principal insecte ravageur rencontré dans les cultures de tomates en serres au Québec. Les dégâts sont provoqués par les larves et les adultes qui sucent la sève en plus de sécréter un miellat collant favorisant le développement de champignons. Les pièges (panneaux et rubans jaunes) sont commercialisés au Québec et les serristes les utilisent surtout pour le dépistage. Mais, ils peuvent aussi être employés pour supprimer les faibles densités de population de la première génération.

Conclusion

Les panneaux et les rubans de couleurs, pour le dépistage et la répression de l'aleurode, sont mis en valeur dans les serres et permettent aux producteurs d'intervenir soit par des traitements phytosanitaires (savons) ou encore par l'introduction d'agents biologiques.

Tableau 1 : ALEURODE DES SERRES, Trialeurodes vaporariorum (Westw.)
Sommaire sélectif des techniques physiques de répression

Technique	Principe d'action	Usage	Avantages et contraintes	Etat d'avancement	Perspective	Références
I. **Rubans de couleur jaune**	piège visuel de couleur attractive	utilisés pour le dépistage; disposés à la verticale à la tête des plants, à l'horizontale entre les rangs	lorsque les populations sont faibles, peuvent servir à la répression	commercialisation au Québec; utilisation par les serristes	lutte intégrée	Gilkerson (Comm. pers.)
II. **Panneaux de couleur jaune**	piège visuel de couleur attractive	utilisés pour le dépistage; disposés à la verticale à la tête des plants	lorsque les populations sont faibles, peuvent servir à la répression	commercialisation au Québec; utilisation par les serristes	lutte intégrée	Gillepsie et Quiring 87; Affeldt et al. 83; van de Veire et Vacante 84

Carpocapse de la pomme (F.)
Cydia pomonella L.

Le carpocapse se retrouve dans la majorité des régions pomicoles du Canada et au nord-est des Etats-Unis. La larve du carpocapse s'attaque aux pommeraies et à plusieurs autres types de vergers. En général, la femelle pond ses oeufs sur le feuillage, mais aussi sur les tiges et les fruits en croissance. Après l'éclosion, les larves perforent le fruit et creusent des galeries dans la chair de la pomme.

Les pièges collants à phéromones sexuelles de synthèse, du type « Pherocon IC et ICP », et non collants, du type « Multi-pher » pour le dépistage du carpocapse, permettent de déterminer les dates des traitements insecticides et le nombre d'applications. La suppression du carpocapse de la pomme, réalisée à l'aide de nombreux pièges collants à phéromones sexuelles et par la stérilisation des adultes, peut être effectuée sur de faibles populations ainsi que dans les vergers isolés. Toutefois, la mise en application de la stérilisation semble peu réaliste au Québec à cause des contraintes biogéographiques.

La forme des différents pièges utilisés pour le dépistage du carpocapse peut avoir une influence sur le nombre de captures. Il en est de même pour les différents types de distributeurs à phéromones.

Conclusion

L'utilisation de phéromones synthétiques avec un piège de forme similaire au « Pherocon ICP » semble prometteuse pour les recherches futures. Une modification de sa forme, afin d'améliorer son attrait et le nombre de prises, permettra en plus d'établir les seuils d'intervention et les risques de dégâts, de déterminer le nombre de traitements et d'augmenter l'efficacité du piégeage massif. Des études devront être menées dans des vergers isolés ou non, où on retrouve de faibles ou de fortes populations de carpocapse.

Tableau 2 : CARPOCAPSE DE LA POMME, Cydia pomonella L.
Sommaire sélectif des techniques physiques de répression

Technique	Principe d'action	Usage	Avantages et contraintes	Etat d'avancement	Perspective	Références
I. Pièges collants à phéromone sexuelle						
Pherocon IC ou ICP pièges cartonnés englués	attraction par phéromone sexuelle de synthèse	pommeraies; dépistage et suppression; réseaux de dépistage	efficacité pour faible densité de population; peu sélectifs; saturation rapide	commercialisation en Amérique (Bio-Contrôle, Québec)	utilisation en lutte intégrée; réseaux de dépistage	Paradis et al. 79; Madsen et Carty 79; MacLellan 76; Vakenti et Madsen 76
II. Pièges non collants à phéromone sexuelle						
Multi-pher pièges plastifiés; plaquettes d'insecticide	attraction par phéromone sexuelle de synthèse	pommeraies; dépistage	faciles à manipuler; bonne condition des spécimens; degré de saturation élevé; coûteux	commercialisation en Amérique (Bio-Contrôle, Québec); expérimental	lutte intégrée	
III. Stérilisation par radiation						
Radiation rayons gamma	stérilisation des adultes	pommeraies; suppression des adultes	semble plus efficace avec stérilisation partielle des mâles que complète avec les deux sexes; alternative dispendieuse; vergers isolés	efficacité démontrée en Colombie-Britannique	application difficile au Québec: facteurs biogéographiques	Proverbs 70

Charançon de la carotte (M.) Listronotus oregonensis (Lec.)

Au Québec, le charançon de la carotte est univoltin et ses dommages sont limités à la carotte cultivée dans les terres organiques du sud-ouest de la province. C'est l'alimentation des larves qui cause les plus grands dommages aux racines.

Le piège-appât, fait de plaques de bois et d'une section de carotte, est efficace et facile à utiliser pour l'échantillonnage et le dépistage du charançon adulte. Les données obtenues à partir de ce piège permettent l'utilisation d'un seuil économique et l'émission de recommandations concernant les densités de population. Et, si nécessaire, des traitements seront effectués avant le début de la période d'oviposition. Ce piège-appât est commercialisé seulement par les réseaux de dépistage.

Conclusion

L'emploi de ce piège, avec l'établissement d'un seuil économique, peut réduire le nombre de traitements insecticides. Ce modèle peut être utilisé dans des programmes de lutte intégrée selon les opportunités d'intervention disponibles, particulièrement avec la lutte biologique et les méthodes culturales.

Tableau 3 : CHARANÇON DE LA CAROTTE, Listronotus oregonensis (Lec.)
Sommaire sélectif des techniques physiques de répression

Technique	Principe d'action	Usage	Avantages et contraintes	Etat d'avancement	Perspective	Références
Pièges-appâts						
Plaques de bois modèle de 3 mm	appât : section de carotte ; adultes pénètrent entre les plaques	échantillonnage et dépistage ; utilisation d'un seuil économique ; recommandations de traitements	efficacité pour le dépistage ; facilité d'utilisation	utilisation commerciale seulement par les réseaux de dépistage	lutte intégrée	Boivin 85

Charançon de la prune (M.) Conotrachelus nenuphar (Hbst.)

Cette espèce, indigène et endémique dans les régions fruitières du nord-est de l'Amérique du Nord, a une seule génération par année au Québec. L'adulte cause des dommages non seulement lors de la ponte des oeufs mais aussi lorsqu'il s'alimente des bourgeons, des pétales, des nouvelles feuilles et des jeunes pommes.

Le prélèvement du charançon en vergers de pommiers, par la technique du battage, s'avère utile pour la détermination de ses différentes phases de comportement.

Cette technique de dépistage, longue et fastidieuse, est peu efficace pour détecter les faibles densités de population et est, de plus, peu sélective et dommageable pour les arbres fruitiers.

Conclusion

À ce jour, aucun modèle de piège n'a été mis au point pour capturer le charançon, ce qui rend difficile sa détection. L'inspection visuelle et le battage demeurent pour l'instant les seules techniques utilisées pour dépister son activité de nutrition et de ponte. Il devient nécessaire de développer et de mettre au point des dispositifs de capture qui serviraient à la fois au dépistage et au piégeage massif.

Tableau 4 : CHARANÇON DE LA PRUNE, Conotrachelus nenuphar (Hbst.)
Sommaire sélectif des techniques physiques de répression

Technique	Principe d'action	Usage	Avantages et contraintes	Etat d'avancement	Perspective	Référence
Prélèvement par battage						
Entonnoir de Steiner, cône et cerceau plastifié	récolte par frappage des branches	dépistage des phases de développement	nécessite beaucoup d'échantillons ; peu sélectif ; endommage les arbres	utilisé en recherche	mise au point de techniques efficaces pour le dépistage et la suppression	Leblanc et al. 81

Chrysomèle des racines du maïs (F.) Diabrotica barberi S. & L.

Dans les cultures de maïs du sud du Québec, les chrysomèles adultes qui émergent du sol se nourrissent des soies et, après l'accouplement, les femelles pondent leurs oeufs sous la surface du sol. Les adultes nuisent à la pollinisation des épis en coupant les soies. Les oeufs éclosent le printemps suivant et les larves de deuxième stade se nourrissent des racines. Les larves affaiblissent le système radiculaire, rendant les plants sujets à la verse.

Les pièges à géotropisme (cages de sortie d'adultes), pour l'échantillonnage et le dépistage des chrysomèles adultes dans le maïs-grain, sont présentement à l'essai. Pour le dépistage, aucune autre technique fiable n'a été relevée au cours de cette étude.

Conclusion

Il serait donc nécessaire de stimuler davantage la recherche sur le développement de moyens efficaces afin de dépister ce ravageur dans la culture de maïs sucré.

Tableau 5 : CHRYSOMÈLE DES RACINES DU MAÏS (F), Diabrotica barberi S. &L.
Sommaire sélectif des techniques physiques de répression

Technique	Principe d'action	Usage	Avantages et contraintes	Etat d'avancement	Perspective	Référence
Pièges à géotropisme						
Cages de sortie d'adultes	récupération d'adultes par géotropisme négatif; pot avec plaquettes d'insecticide	échantillonnage et dépistage	dépistage; utilisation dispendieuse sur grandes superficies	expérimentation		Ritchot (comm.pers.)

Doryphore de la pomme de terre (M.) Leptinotarsa decemlineata Say

Dans la région de Montréal, les adultes produisent une deuxième génération qui est cependant moins dense que la première. Ailleurs au Québec, une seule génération par année est observée. Près de Baie-Comeau, cet insecte est absent des cultures.

Les adultes hibernent dans le sol et, au printemps, les femelles pondent leurs oeufs sur les jeunes feuilles des plants. Les larves du doryphore sont relativement grosses et faciles à remarquer. Cette observation visuelle demeure actuellement la seule méthode efficace pour dépister l'activité de ce ravageur. L'utilisation de bâches, au Québec, fait présentement l'objet de recherches.

Conclusion

Il est nécessaire de développer et de mettre au point des dispositifs de capture qui serviraient à la fois au dépistage et au piégeage massif.

Tableau 6 : DORYPHORE DE LA POMME DE TERRE, Leptinotarsa decemlineata Say
Sommaire sélectif des techniques physiques de répression

Technique	Principe d'action	Usage	Avantages et contraintes	Etat d'avancement	Perspective	Références
Barrières						
Bâches pellicules plastiques	recouvrement des plants ; interférence avec la ponte	réduction des populations	échauffement du sol, de la température ; conservation de l'humidité ; protection contre le gel ; coûteux à grande échelle ; augmentation des mauvaises herbes ; polluants	commercialisation en Amérique ; expérimentation au Québec	efficacité à démontrer	Duchêsne (Comm. pers.)

Hoplocampe des pommes (F.)
Hoplocampa testudinae (Klug)

Cette espèce se retrouve depuis quelques années dans toutes les régions pomicoles du Québec. Au moment de la floraison, l'hoplocampe se nourrit de pollen et les femelles pondent leurs oeufs à la base des fleurs. Après l'éclosion, les larves causent des dommages en creusant des tunnels sous la surface des fruits en croissance. Les panneaux blancs englués rectangulaires sont les pièges les plus utilisés en Amérique du Nord pour dépister l'hoplocampe adulte. Des modèles prévisionnels sont développés afin d'établir le seuil économique d'intervention. Le piège Multi-pher est présentement à l'étude pour le dépistage de l'hoplocampe.

Conclusion

La commercialisation de ce piège englué favorise son usage pour le dépistage. Dans des programmes futurs de recherches en lutte intégrée, ce type de piège sera utilisé pour le piégeage massif sur de petites superficies. Le piège Multi-pher possède des avantages importants et offre un potentiel intéressant pour la recherche future, en particulier pour les expériences de piégeage massif.

Tableau 7 : HOPLOCAMPE DES POMMES, Hoplocampa testudinae (Klug)
Sommaire sélectif des techniques physiques de répression

Technique	Principe d'action	Usage	Avantages et contraintes	Etat d'avancement	Perspective	Références
I. Pièges visuels						
panneaux blancs, collants; rectangulaires	attrait visuel; réflexivité de la peinture	pommeraies; dépistage; établissement du seuil économique	efficacité; diminution de traitements insecticides	commercialisation en Amérique (Bio-Contrôle, Québec)	lutte intégrée; utilisation possible pour piégeage massif en petit verger	Owens et Prokopy 78a, b; Vincent et Mailloux 88
II. Pièges non collants à phéromones sexuelles						
Multi-pher Pièges plastifiés; plaquettes d'insecticide	attraction probablement visuelle	pommeraies; dépistage	efficacité moindre que les panneaux blancs; facilité d'identification; saturation élevée	commercialisation en Amérique (Bio-Contrôle, Québec)	potentiels pour la recherche	Vincent (comm. pers)

Mouche de la pomme (F.)
Rhagoletis pomonella (Walsh)

Cet insecte est le principal ravageur en vergers de pommiers dans le nord-est des Etats-Unis et au Canada. Il est indigène et univoltin. Les dommages sont causés par la femelle lors de la ponte. Après l'éclosion des oeufs, les larves creusent des galeries dans la chair de la pomme.

Des efforts considérables ont été faits dans la recherche de techniques physiques de répression contre cette mouche. Des études sur la comparaison de l'efficacité de différentes techniques de capture ont permis de développer des modèles efficaces pour le dépistage et la suppression des populations de la mouche de la pomme. Parmi ces études, on retrouve celles réalisées avec différentes formes et couleurs attractives de pièges visuels et celles combinées à des substances volatiles alimentaires (naturelles ou synthétiques). L'expérimentation de ces divers modèles pour le dépistage a servi notamment à déterminer les moments d'application et le nombre de traitements insecticides requis.

Plusieurs modèles de pièges visuels, imitant le feuillage du pommier, ont été mis à l'essai : l'un d'eux, le panneau jaune englué « Pherocon AM», appâté d'une substance alimentaire à base de sels ammoniacaux, est présentement le plus utilisé en Amérique du Nord.

Plusieurs autres matériaux ont été utilisés pour imiter la forme et la couleur de la pomme. La sphère rouge en bois a été le modèle le plus employé dans les études de dépistage en Amérique et pourtant elle n'est que peu utilisée au Québec. Ce piège est commercialisé en Amérique et disponible au Québec. On retrouve sur le marché américain un modèle de sphère rouge en plastique jetable, pré-englué ou non, avec ou sans substance alimentaire.

Conclusion

Plusieurs modèles de pièges ont été essayés. Les plus populaires en Amérique du Nord, pour le dépistage, sont les panneaux jaunes englués du type « Pherocon AM » et les sphères rouges. Dans les programmes futurs, les stations de recherches prévoient se servir davantage de la sphère rouge dans les vergers de pommiers en Amérique, particulièrement au Québec. Le piégeage massif sur petites superficies de vergers de pommiers est à développer au Québec. L'usage de phéromones d'oviposition et les substances attractives volatiles de la pomme sont à reconsidérer, et on se doit de poursuivre les essais en vergers de pommiers.

Tableau 8 : MOUCHE DE LA POMME, Rhagoletis pomonella (Walsh)
Sommaire sélectif des techniques physiques de répression

Technique	Principe d'action	Usage	Avantages et contraintes	Etat d'avancement	Perspective	Références
I. Pièges visuels, panneaux rectangulaires collants						
Pherocon AM panneaux jaunes englués	attrait visuel combinaison avec appât alimentaire (incorporé commercialement)	pommeraies ; dépistage surtout des adultes immatures ; seuil économique	efficacité pour dates d'arrivée d'adultes immatures	commercialisation en Amérique (Bio-Contrôle, Québec)	utilisation à la baisse en Amérique et au Québec	Aliniazee et al. 87 ; Neilson et al. 76, 81 ; Prokopy et Hauschild 79 ; Reissig 74 ; Reissig et Tette 79 ; Reissig et al. 85 ; Swift 82
II. Pièges collants de forme sphérique						
Sphères rouges en bois ou en plastique	attrait visuel ou ou combinaison avec appât alimentaire	pommeraies ; dépistage et suppression des adultes	efficacité pour déterminer l'activité des adultes matures et le nombre de traitements ; alternative dispendieuse pour la suppression	commercialisation en Amérique (Bio-Contrôle, Québec)	utilisation en Amérique et au Québec ; à développer au Québec: piégeage massif sur petites superficies ; phéromones d'oviposition ; substance attractive volatile de la pomme	Aliniazee et al. 87 ; Drummond et al. 84 ; Johnson 83 ; Kring 70 ; Moore 69 ; Prokopy 68, 75, 77 ; Prokopy et Hauschild 79 ; Reissig 75a, b ; Reissig et al. 85 ; Stanley et al. 87 ; Neilson et al. 81 ; Fein et al. 82
III. Pièges non collants						
Multi-pher pièges de plastique ; non collants	attraction par substance volatile	pommeraies ; dépistage et suppression	lutte intégrée, détermination et diminution des traitements insecticides	expérimentation Agriculture Canada, Québec	alternatives à démontrer	Vincent et Letendre 88

Mouche de l'oignon (F.)
Delia antiqua (Meig.)

Cette espèce est présente presque partout au Québec sur les oignons. Les larves de la mouche de l'oignon et principalement celles de la première génération causent de sérieux dégâts aux jeunes oignons. Le dépistage régional, avec l'utilisation d'un seuil économique, se fait actuellement à l'aide de pièges visuels et de pièges coniques.

D'autres techniques sont utilisées pour prévenir ou inhiber la ponte de la mouche, telles les pellicules plastiques (paillis) et l'huile de pin (répulsive). L'utilisation commerciale des paillis comporte de nombreux avantages ; toutefois, ces paillis ne sont biodégradables qu'à long terme. L'huile de pin, qui empêche la ponte, semble une avenue intéressante puisque les techniques d'application se rapprochent de celles des insecticides, mais l'efficacité reste à démontrer. Des expériences sont présentement en cours pour déterminer sa phytotoxicité. La stérilisation par irradiation est une autre technique de suppression des adultes, mais elle a peu de succès. Cependant, au Québec, son application serait trop coûteuse vu le grand territoire à couvrir.

Conclusion

Le dépistage avec les pièges visuels et coniques permet de réduire le nombre de traitements insecticides. L'emploi de ces pièges avec d'autres modes alternatifs est intéressant à considérer en relation avec les programmes de lutte intégrée. Les pellicules plastiques sont de plus en plus utilisées comme technique alternative pour la répression de la mouche de l'oignon. Cependant, l'efficacité de cette technique doit être démontrée par un plus grand nombre d'essais et une étude de rentabilité à grande échelle.

Tableau 9 : MOUCHE DE L'OIGNON, Delia antiqua (Meig.)
Sommaire sélectif des techniques physiques de répression

Technique	Principe d'action	Usage	Avantages et contraintes	Etat d'avancement	Perspective	Références
I. Pièges visuels						
Panneaux de couleurs	réflexivité de la couleur ; substance attractive chimique	dépistage avec seuil économique	difficulté d'identification des Anthomyiides ; peu coûteux ; faciles d'utilisation ; réduction du nombre de traitements	utilisation commerciale	lutte intégrée	Harris et Miller 83 ; Vernon 86 ; Vernon et Bartel 85 ; Vernon et Borden 83a, b ; Matsumoto 70
II. Pièges coniques						
pièges de moustiquaire ou d'acétate ; appâtés d'un oignon ou d'une substance attractive ; combinés à un panneau jaune ou sans couleur	attraction visuelle et alimentaire ;	dépistage avec seuil économique	bonne identification ; coûteux ; encombrants ; réduction du nombre de traitements	utilisation commerciale ; dépistage régional	lutte intégrée	Dindonis et Miller 80 ; Boivin et Benoit 87 ; Eckenrode et al. 75 ; Liu et al. 82 ; Miller et al. 84
III. Stérilisation par radiation						
Irradiation au Gammacel	stérilisation des jeunes pupes	répression ou suppression des adultes		attestée à Guelph, Ontario ; commercialisation en Hollande	faible efficacité en Ontario ; trop coûteuse ; territoire trop vaste	McEven 81
IV. Pellicules plastiques						
Paillis flottants (Reemay et Agronet) ; poreux	dérouleuse ; reposent sur les plantes sans arceaux	utilisation sur légumes	échauffement du sol, de la température ; conservation de l'humidité ; récoltes plus hâtives ; protection contre le gel et les insectes ; coûteux à grande échelle ; augmentation des mauvaises herbes ; polluants	commercialisation en Amérique ; (Plasti-Tech Culture Inc., Québec)	augmentation du nombre de cultures ; efficacité à démontrer ; rentabilité	Miller et Isman 88

Tableau 9 : MOUCHE DE L'OIGNON, Delia antiqua (Meig.) (suite)
Sommaire sélectif des techniques physiques de répression

Technique	Principe d'action	Usage	Avantages et contraintes	Etat d'avancement	Perspective	Références
V. Huiles de pin						
Monoterpène non toxique	répulsion ; réduction ou inhibition de la ponte des femelles gravides	application autour des plantules	réduction de la ponte	expériences en cours pour sa phytotoxicité (Colombie-Britannique)	efficacité et coût à démontrer ; homologation	Javer et al. 87
VI. Mauvaises herbes						
	Utilisation des mauvaises herbes pour la prédiction des périodes de vol					Boivin et Benoit 87

Mouche du chou (F.)
Delia radicum (L.)

Les larves de la mouche du chou s'alimentent des racines des plants qu'elles affaiblissent et font mourir. Les larves sont dommageables même lorsqu'elles ne sont présentes qu'en faible densité sur le feuillage ; elles diminuent alors la valeur esthétique des crucifères.

Les pièges à eau, visuels et coniques, munis de dispositifs de libération de substances attractives, sont employés pour le dépistage des populations de la mouche du chou. L'usage des pièges à eau et des pièges visuels, dans des programmes de lutte intégrée, est trop compliqué pour les producteurs. Le piège conique est une technique intéressante à exploiter au Québec. L'utilisation commerciale des paillis pour la suppression de cette mouche comporte de nombreux avantages ; toutefois, ils sont encombrants et polluants. Les disques de caoutchouc à effet répulsif et les disques de goudron agissant comme barrière physique sont également utilisés pour la répression.

Conclusion

La technique de dépistage la plus avantageuse pour réprimer cet insecte, au stade adulte, est le piège conique muni d'une substance attractive. Le développement et la mise en pratique de cette technique de dépistage sont nécessaires afin de l'introduire dans les programmes de lutte intégrée au Québec. L'efficacité des pellicules plastiques, pour la répression, reste à démontrer. Les disques-abris sont intéressants comme technique alternative, mais ils deviennent des obstacles mécaniques importants et peu réalistes lorsqu'employés sur de grandes superficies.

Tableau 10 : MOUCHE DU CHOU, Delia radicum (L.)
Sommaire sélectif des techniques physiques de répression

Technique	Principe d'action	Usage	Avantages et contraintes	Etat d'avancement	Perspective	Références
I. Pièges à eau						
Pièges jaunes	bassin d'eau ; détergent bactéricide ; attrait visuel et olfactif ; phéromone	dépistage	nécessité d'un apport constant en eau ; difficulté d'identification des spécimens	technique bien connue et utilisée au Québec et ailleurs	dépistage et recherche	Coaker 79 ; Vincent et Stewart 81 ;
II. Pièges visuels						
Panneaux de couleurs	réflexivité de la couleur: substances attractives chimiques	dépistage avec seuil économique	difficulté d'identification des Anthomyiides ; peu coûteux ; faciles d'utilisation	utilisation commerciale ; dépistage	lutte intégrée ; complexité d'emploi pour les producteurs	Harris et Miller 83 ; Vernon 86 ; Vernon et Bartel 85 ; Vernon et Borden 83a, b ; Matsumoto 70
III. Pièges coniques						
Pièges de moustiquaire	substance attractive: bisulfide	dépistage		États-Unis	lutte intégrée ; développement nécessaire	Eckenrode et al. 75 ; Sears et Dufault 86 ;
IV. Pellicules plastiques						
Paillis flottants (Reemay et Agronet) ; poreux	dérouleuse ; reposent sur les plantes, sans arceaux	utilisation sur les crucifères	échauffement du sol, de la température ; conservation de l'humidité ; récoltes plus hâtives ; protection contre le gel et les insectes ; coûteux à grande échelle ; augmentation des mauvaises herbes ; polluants	commercialisation en Amérique ; (Plasti-Tech Culture Inc., Québec)	augmentation du nombre de cultures ; efficacité à démontrer ; coûteux	Millar et Isman 88
V. Disques-abris						
Disques de caoutchouc	répulsion (benzyl benzoate)	protection des plants	plus grande efficacité que les disques de goudron ; favorisation de la présence des prédateurs ; coûteux ; obstacles mécaniques (encombrants)	commercialisation en Amérique	utilisation sur petites superficies	Coaker 79 ; Skinner et Finch 86 ;
Disques de carton goudronné	barrière	protection des plants ; prévention de la ponte	économiques ; rigides pour ajustement	commercialisation en Amérique	peu réalistes sur grandes superficies	Coaker 79 ; Skinner et Finch 86 ;

Orthosie verte (F.)
Orthosia hibisci (Gn.)

Les adultes ont une seule génération par année. Les larves s'attaquent aux bourgeons, aux pousses et aux jeunes pommes. Des pièges collants et non collants à phéromones sexuelles de synthèse sont les outils de dépistage pour l'orthosie dans les pommeraies. Le modèle Pherocon IC est un moyen de dépistage efficace en présence de faibles densités de population, mais devient saturé rapidement durant les pics d'activité. Les pièges « Hara » et « Multi-pher » ont de nombreux avantages par rapport au piège « Pherocon », tels leur grande capacité de capture, leur durabilité, leur sélectivité et leur faible coût.

Conclusion

L'utilisation conjointe du piège collant et d'un des deux pièges non collants, pour le dépistage de l'orthosie en vergers de pommiers, semble, pour les programmes futurs de dépistage, être plus efficace que l'emploi d'un seul piège.

Tableau 11 : ORTHOSIE VERTE, Orthosia hibisci (Gn.)
Sommaire sélectif des techniques physiques de répression

Technique	Principe d'action	Usage	Avantages et contraintes	Etat d'avancement	Perspective	Références
I. Pièges collants à phéromone sexuelle						
Pherocon IC pièges cartonnés englués	attraction par phéromone sexuelle de synthèse	pommeraies ; dépistage	faible efficacité pour forte densité de population	commercialisation en Amérique	lutte intégrée	Vincent et Simard 86 Weires et al. 80
II. Pièges non collants à phéromone sexuelle						
Hara III pièges en plastique plaquettes d'insecticide	attraction par phéromone sexuelle de synthèse	pommeraies ; dépistage	bonne efficacité ; grande capacité de capture ; sélectifs et durables	commercialisation en Amérique	lutte intégrée	Vincent et Simard 86
Multi-pher I pièges en plastique plaquettes d'insecticide	attraction par phéromone sexuelle de synthèse	pommeraies ; dépistage	bonne efficacité ; grande capacité de capture ; sélectifs et durables ; économiques	commercialisation en Amérique (Bio-Contrôle, Québec) ; expérimentation	lutte intégrée	

Punaise terne (F.)
Lygus lineolaris (P. de B.)

La punaise terne est le ravageur miride polyphage le plus répandu en Amérique du Nord. La punaise terne, lorsqu'abondante, peut affecter le rendement de différentes cultures fruitières et principalement les fraisières, les framboisières et les pommeraies. Les pièges visuels collants, du type panneau rectangulaire blanc, sont les outils de dépistage les plus employés en Amérique du Nord. Le seuil économique établi, pour la punaise terne dans les vergers de pommiers, est plus ou moins fiable.

Conclusion

Les panneaux rectangulaires blancs, commercialisés ou non, sont présentement utilisés au Québec dans les réseaux de dépistage. Cependant des recherches supplémentaires sont requises afin de développer des méthodes de dépistage plus efficaces.

Tableau 12 : PUNAISE TERNE, Lygus lineolaris (P. de B.)
Sommaire sélectif des techniques physiques de répression

Technique	Principe d'action	Usage	Avantages et contraintes	Etat d'avancement	Perspective	Références
Pièges visuels						
panneaux collants rectangulaires	attrait visuel	pommeraies ; dépistage	fiabilité variable pour seuil économique	commercialisation en Amérique (Bio-Contrôle, Québec)	lutte intégrée	Boivin et al. 82 ; Prokopy et al. 77, 78,79,82

Pyrale du maïs (F.)
Ostrinia nubilalis (Hbn.)

La pyrale du maïs est le principal ravageur des cultures de maïs dans l'est du Canada. La larve adulte hiberne dans les tiges et, au printemps, se transforme en chrysalide ; plus tard, vers le mois de juin, elle en émerge. Les dates d'émergence des adultes varient principalement selon les races bivoltine ou univoltine. Toutes les parties végétatives des plants de maïs sont attaquées par la larve de ce lépidoptère. Les pièges collants à phéromones sexuelles de synthèse et les pièges lumineux sont les deux principales techniques physiques utilisées pour dépister la pyrale du maïs. Le piège collant cartonné englué « P.C.R. » (encore à l'état expérimental) semble être plus sélectif pour la pyrale que les modèles de pièges collants à phéromones déjà commercialisés. Les pièges lumineux commercialisés ont l'avantage de capturer en grand nombre la pyrale, mais leur manipulation est contraignante.

Conclusion

Le piège « P.C.R. » n'est pas encore au point, mais semble prometteur pour son usage dans les programmes de lutte intégrée.

Tableau 13 : PYRALE DU MAÏS, Ostrinia nubilalis (Hbn.)
Sommaire sélectif des techniques physiques de répression

Technique	Principe d'action	Usage	Avantages et contraintes	Etat d'avancement	Perspective	Références
I. Pièges collants à phéromone sexuelle						
Piège P.C.R. Contenants cartonnés englués	substance attractive: phéromone sexuelle	dépistage	sélectifs	expérimentation	pièges pas tout à fait au point	Ritchot (comm.pers.)
Contenants cartonnés englués	substance attractive: phéromone sexuelle	dépistage	changement des capsules de phéromones à toutes les semaines ; capture les mâles	commercialisation en Amérique	techniques éprouvées	Starratt et McLeod 76 ; McLeod et Starratt 78 ;
II. Pièges lumineux						
Fluorescents	attraction visuelle	dépistage	capture femelles et mâles en grand nombre ; manque de spécificité ; difficulté de transport ; peu pratiques et coûteux pour les agriculteurs	commercialisation en Amérique	techniques éprouvées	Showers et al. 74 ; Kennedy et Anderson 80 ;

Tétranyque à deux points (M.) Tetranychus urticae Koch

Pratiquement présent partout dans les serres, il est un ravageur important des tomates et des concombres. Cet acarien, à fort potentiel de multiplication, s'alimente de la sève des plants. Son dépistage est facilité par la production de fines toiles sur le feuillage. Le savon insecticide « Safer » est utilisé pour la répression ; il a cependant le désavantage d'être toxique pour plusieurs plantes et agents biologiques.

Conclusion

L'utilisation du savon insecticide est présentement répandue chez plusieurs serristes au Québec. Son efficacité semble appréciée, mais son emploi en lutte intégrée demande une attention particulière, principalement pour ceux qui pratiquent la lutte biologique avec des prédateurs.

Tableau 14 : TÉTRANYQUE À DEUX POINTS, Tetranychus urticae Koch
Sommaire sélectif des techniques physiques de répression

Technique	Principe d'action	Usage	Avantages et contraintes	Etat d'avancement	Perspective	Références
Inspection visuelle		dépistage	facilité par la production de toiles		développement nécessaire de techniques	

Thrips des petits fruits (M.) Frankliniella occidentalis (Perg.)

Le thrips possède des pièces buccales lui permettant de briser l'épiderme des tissus végétaux lorsqu'il se nourrit de la sève de la plante. Les pièges visuels, employés dans les cultures en champs pour dépister leur présence et pour estimer leurs densités de population, sont des verres blancs en styrofoam ou en plastique, enduits de substances collantes. En serres, des rubans collants de couleurs jaune ou bleue sont utilisés pour le dépistage et la répression des thrips sur le concombre. Le piégeage massif des thrips en serres est possible avec les rubans de couleurs et, particulièrement, au début des émergences et lorsque les densités de population sont faibles. Les verres de styrofoam ou de plastique englués, donnent une bonne estimation des populations en champs ; toutefois, leur efficacité reste à démontrer pour le Québec.

Conclusion

Les rubans de couleurs sont présentement utilisés dans les serres au Québec pour le dépistage et la répression des thrips. Ces pièges, utilisés conjointement avec des agents biologiques, sont des alternatives couramment employées dans les programmes de lutte intégrée.

Tableau 15 : THRIPS DES PETITS FRUITS, Frankliniella occidentalis (Perg.)
Sommaire sélectif des techniques physiques de répression

Technique	Principe d'action	Usage	Avantages et contraintes	État d'avancement	Perspective	Références
Pièges visuels						
Rubans jaunes ou bleus (serres)	leurres visuels ; disposition verticale à la tête des plants ; horizontale entre les rangs	dépistage ; répression	répression pour faible population	commercialisation au Québec ; utilisation par serristes ; efficacité des rubans bleus à l'étude en Colombie-Britannique	utilisation des rubans bleus en lutte intégrée	Linda Gilkerson (Comm. pers.)
Verres de styrofoam ou de plastique englués (champs)	leurres visuels ; disposition sur un bâton	dépistage	bonne estimation des populations	étude à Hawaii pour le dépistage	efficacité à démontrer pour le Québec	Yudin et al. 87

4. CONCLUSION

Le choix de la technique pour la répression ou le dépistage des ravageurs dépend de plusieurs facteurs : le ravageur visé, les dommages causés, la culture attaquée et le moment d'intervention sont les principaux à considérer. Les autres critères dont il faut tenir compte sont le coût des appareils, leur facilité d'opération et leur entretien. Par ailleurs, certaines techniques impliquant de longues périodes de tri, tels les pièges lumineux et les pièges à eau, doivent être évitées, car elles sont peu sélectives et nécessitent de longues périodes d'installation. Ces éléments doivent être envisagés afin de trouver une stratégie de répression maximisant le profit des producteurs avec un minimum d'effets secondaires néfastes à l'environnement.

L'utilisation de phéromones comme substances attractives avec différents modèles de pièges offre une solution prometteuse pour l'avenir. La mise au point de différentes formulations de phéromones permet d'augmenter leur qualité d'attraction et leur spécificité. La forme et la dimension des pièges utilisés avec les phéromones peuvent également devenir des éléments déterminants en regard de leur efficacité. Un autre constituant important du piège à considérer est la mise au point technique de son distributeur de phéromones. En effet, la nature du distributeur, sa position dans le piège et son taux d'émission sont des facteurs qui peuvent affecter son rendement. Dans plusieurs cas, bien des expériences sont encore à réaliser afin d'arriver à un perfectionnement optimal du piège à phéromones. Tenant compte de la popularité croissante de ces pièges auprès des chercheurs, des dépisteurs et des producteurs ainsi que de l'intérêt que leur portent le commerce et l'industrie, il est judicieux de retenir cette alternative aux insecticides comme une technique avantageuse pour la recherche et le développement au Québec. Cependant, les pièges à phéromones sont surtout destinés au dépistage et on ne peut compter uniquement sur cette technique pour réprimer des populations de ravageurs.

Les pièges-appâts combinés à des pièges visuels sont utilisés dans les vergers de pommiers pour seulement quelques espèces de ravageurs. La recherche portant sur le développement de ces pièges continue à évoluer au Québec. Cette technique semble fiable pour d'autres insectes présentement à l'étude. Les autres alternatives intéressantes à exploiter sont la libération d'insectes mâles stérilisés par radiation et les modèles bioclimatiques. Aucun groupe de recherche au Québec ne travaille présentement sur la stérilisation par radiation.

Les modèles bioclimatiques, quoiqu'étant de peu d'intérêt pour l'industrie et le commerce, demeurent une avenue stimulante en lutte intégrée et la recherche dans ce domaine aurait tout intérêt à être encouragée. Le dépistage demeure une technique importante en lutte intégrée et gagnera à être répandu davantage au Québec afin de parvenir à une plus grande réduction de l'utilisation des insecticides en agriculture. Il faut donc insister sur l'importance du développement de différentes techniques de dépistage qui soient facilement utilisables, ce qui permettra aux réseaux de lutte intégrée de mieux s'établir.

GLOSSAIRE

Bivoltin : se dit d'un arthropode qui a la faculté de donner naissance à deux générations par an.

Chrysalide : désigne la nymphe des lépidoptères, stade intermédiaire entre la chenille et le papillon, au cours duquel s'élabore la métamorphose.

Cuticule : revêtement protecteur de la surface externe de l'épiderme ; substance constitutive de ce revêtement, sécrétée par l'épiderme. La cuticule des insectes est souvent épaisse et composée en partie de chitine (cuticule chitineuse).

Emergence : action de l'insecte adulte quittant son enveloppe de pupe ou la dernière mue nymphale.

Imago : désigne la forme ou le stade adulte des insectes. Le stade imago est le stade parfait ou définitif ; il ne subit plus de mue.

Indigène : originaire d'un lieu, par opposition à introduit ou naturalisé.

Mue : processus par lequel se renouvelle le revêtement tégumentaire de divers animaux. Chez les insectes, la mue est souvent appelée exuvie.

Nymphe : le stade intermédiaire entre la forme larvaire et la forme ailée ou imago.

Métamorphose : transformation de la larve d'insecte en une forme adulte et ailée ou imago.

Phéromone : désigne certaines substances sécrétées par les glandes exocrines d'un animal, assurant une communication chimique entre les individus d'une même espèce (phéromone sexuelle), orientant leur comportement ; par extension, produit organique de synthèse qui présente les mêmes propriétés de médiateur chimique que cette substance.

Pupe : le stade entre la larve et l'adulte chez les insectes ayant une métamorphose complète.

Univoltin : se dit d'un arthropode qui a une seule génération par an.

BIBLIOGRAPHIE

Affeldt, H.A., R.W. Thimijan, F.F. Smith et R.E. Webb. 1983. Response of greenhouse whitefly (Homoptera : Aleyrodidae) and the vegetable leafminer (Diptera : Agromyzidae) to photospectra. J. Econ. Entomol. 76 : 1405-1409.

Aliniazee, M.T., A.B. Mohammad et S.R. Booth. 1987. Apple maggot (Diptera : Tephritidae) response to traps in an unsprayed orchard in Oregon. J. Econ. Entomol. 80 : 1143-1148.

Boivin, G. 1985. Evaluation of monitoring techniques for the carrot weevil, Listronotus oregonensis (Coleoptera : Curculionidae). Can. Entomol. 117 : 927-933.

Boivin, G. et D.L. Benoit. 1987. Predicting onion maggot (Diptera : Anthomyiidae) flights in southwestern Quebec using degree-days and common weeds. Phytoprotection 68 : 65-70.

Boivin, G., R.K. Stewart et I. Rivard. 1982. Sticky traps for monitoring phytophagous mirids (Hemiptera : Miridae) in an apple orchard in southwestern Quebec. Environ. Entomol. 11 : 1067-1070.

Coaker, T.K. 1979. Practical possibilities for integrated control of brassica crops. Proc. OILB/SROP.

C.P.V.Q. 1988. Pommier-Protection, Ministère de l'Agriculture du Québec, Conseil des productions végétales du Québec, Agdex 211/605, Québec, Qué., 87 p.

Dindonis, L.L. et J.R. Miller. 1980. Host-finding responses of onion and seedcorn flies to healthy and decomposing onions and several synthethic constituents of onion. Environ. Entomol. 9 : 467-472.

Drummond, F., E. Groden et R.J. Prokopy. 1984. Comparative efficacy and optimal positioning of traps for monitoring apple maggot flies (Diptera : Tephritidae). Environ. Entomol. 13 : 232-235.

Eckenrode, C.J. et H. Arn. 1972. Trapping cabbage maggots with plant bait and Allyl Isothiocyanate. J. Econ. Entomol. 65 : 1343-1345.

Eckenrode, C.J., P.S. Robbins et J.T. Andaloro. 1983. Variations in flight patterns of european corn borer (Lepidoptera : Piralidae) in New York. Environ. entomol. 12 : 393-396.

Eckenrode, C.J., E.V. Vea et K.W. Stone. 1975. Population trends of onion maggot corrolated with air thermal units accumulations. Environ. Entomol. 4 : 785-789.

Fein, B.L., W.H. Reissig et W.L. Roelofs. 1982. Identification of apple volatiles attractive to the Apple Maggot, Rhagoletis pomonella. J. Chem. Ecol. 8 : 1473-1487.

Gillepsie, D.R. et D. Quiring. 1987. Yellow sticky traps for detecting and monitoring greenhouse whitefly (Homoptera : Aleyrodidae) adults on greenhouse tomato crops. J. Econ. Entomol. 80 : 675-679.

Harris, M.O. et J.R. Miller. 1983. Color stimuli and oviposition behavior of the onion fly, Delia antiqua (Meigen) (Diptera : Anthomyiidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 76 : 766-771.

Javer, A., A.D. Wynne, J.H. Borden et G.J.R. Judd. 1987. Pineoil : an oviposition deterrent for the onion maggot, Delia antiqua (Meigen) (Diptera : Anthomyiidae). Can. Entomol. 119 : 605-609.

Johnson, P.C. 1983. Response of adult apple maggot (Diptera : Tephytidae) to Pherocon A.M. traps and red spheres in a non-orchard habitat. J. Econ. Entomol. 76 : 1279-1284.

Kennedy, G.G. et T.E. Anderson. 1980. European corn borer trapping in north Carolina with various sex pheromone compoment blends. J. Econ. Entomol. 73 : 642-646.

Kring, J.B. 1970. Red spheres and yellow panels combined to attract apple maggot flies. J. Econ. Entomol. 63 : 466-469.

Leblanc, J-P., S.B. Hill et R.O. Paradis. 1981. Essais de piégeage du charançon de la prune, Conotrachelus nenuphar (Hbst.) (Coleoptera : Curculionidae), dans une pommeraie du sud-ouest du Québec. Ann. Soc. Entomol. Québec, 26 : 182-190.

Liu, H.J., F.L. Mc Ewen et G. Ritcey. 1982. Forecasting events in the life cycle of the onion maggot, Hylemya antiqua (Diptera : Anthomyiidae : Application to control schemes. Environ. Entomol. 11 : 751-755.

Madsen, H.F. et B.E. Carty. 1979. Codling Moth (Lepidoptera : Olethreutidae) : suppression by male remoral with sex pheromone traps in three British Columbia orchards. Can. Entomol. 111 : 627-630.

Madsen, H.F. et J.M. Vakenti. 1972. Codling Moth : female-baited and synthetic pheromone traps as population indicators. Environ. Entomol. 1 : 554-557.

Madsen, H.F. et J.M. Vakenti. 1973. Codling Moth : Use of Codlemone-baited traps and visual detection of entries to determine need of sprays. Environ. Entomol. 2 : 677-679.

MacLellan, C.R. 1976. Suppression of codling moth (Lepidoptera : Olethreutidae) by sex pheromone trapping of males. Can. Entomol. 108 : 1037-1040.

McLeod, D.G.R. et A.N. Starratt. 1978. Some factors influencing pheromone trap catches of the european corn borer, Ostrinia nubilalis (Lepidoptera : Pyralidae). Can. Entomol. 110 : 51-55.

McEven, F.L. 1981. Delia antiqua (Meigen), Onion maggot (Diptera : Anthomyiidae). pp.29-30 in Biological Control programs againts insects and weeds in Canada 1969-1980. Ed. Kelleher et Hulme. England 410 pp.

Matsumoto, Y. 1970. Volatile organic sulfur compounds as insect attractants with special reference to host selection. Pages 133-158 in Control of insect behavior by natural products. D.L. Wood, R.M. Silverstein, et M.Makajima, Ed. Academic press, New-York-Londres. 345 Pages.

Millar, K.V. et M.B. Isman. 1988. The effects of a spunbonded polyester row cover on cauliflower yield loss caused by insects. Can. Entomol. 120 : 45-47.

Miller, J.R., M.O. Harris et J.A. Breznak. 1984. Search for potent attractants of onion flies. J. Chem. Ecol. 10 : 1477-1488.

Moore, R.G. 1969. Attractiveness of baited and unbaited lures to apple maggot and beneficial flies. J. Econ. Entomol. 62 : 1076-1078.

Neilson, W.T.A., A.D. Knowlton et R.J. Whitman. 1981. Capture of apple maggot adults on Pherocon, Rebell, and sticky sphere traps. J. Econ. Entomol. 74 : 203-206.

Neilson, W.T.A., I. Rivard, R. Trottier et R.J. Whitman. 1976. Pherocon AM standard traps and their use to determine spray dates for control of the apple maggot. J. Econ. Entomol. 69 : 527-532

Owens, E.D. et R.J. Prokopy. 1978a. Visual monitoring trap for European apple sawfly. J. Econ. Entomol. 71 : 576-578.

Owens, E.D. et R.J. Prokopy. 1978b. European apple sawfly : Biology and development of an adult monitoring trap. Mass. Fruit Notes 43 : 9-12.

Paradis, R.O., R. Trottier et C.R. MacLellan. 1979. Essais de différents modèles de pièges à phéromone sexuelle de synthèse pour la capture de Laspeyresia pomonella (L.) dans l'est du Canada. Ann. Soc. Entomol. Québec, 24 : 3-11.

Prokopy, R.J. 1968. Sticky spheres for estimating apple maggot adult abundance. J. Econ. Entomol. 61 : 1082-1085.

Prokopy, R.J. 1973. Dark enamel spheres capture as many Apple Maggot Flies as fluorescent spheres. Environ. Entomol. 2 : 953-954.

Prokopy, R.J. 1975. Apple maggot control by sticky red spheres. J. Econ. Entomol. 68 : 197-198.

Prokopy, R.J. 1977. Attraction of Rhagoletis flies (Diptera : Tephritidae) to red spheres of different sizes. Can. Entomol. 109 : 593-596.

Prokopy. R.J. et K.I. Hauschild. 1979. Comparative effectiveness of sticky red spheres and Pherocon AM standard traps for monitoring apple maggot flies in commercial orchards. Environ. Entomol. 8 : 696-700.

Prokopy, R.J., R.G. Adams et K.I. Hauschild. 1977. Monitoring traps for tarnished plant bug. J. N.Y. Entomol. Soc. 85 : 195.

Prokopy, R.J., R.G. Adams et K.I. Hauschild. 1979. Visual responses of tarnished plant bug adults on apple. Environ. Entomol. 8 : 202-205.

Prokopy, R.J., K.I. Hauschild et R.G. Adams. 1978. Tarnished plant bug on apple : damage and monitoring traps. Fruits Notes 43 : 10-14.

Prokopy, R.J., G.L. Hubbel, R.G. Adams et K.I. Hauschild. 1982. Visual monitoring trap for tarnished plant bug adults on apple. Environ. Entomol. 11 : 200-203.

Proverbs, M.D. 1970. Procedures and experiments in population suppression of the codling moth, Laspeyresia pomonella (L.), in British Columbia orchards by release of radiation sterilized moths. Manitoba Entomol. 4 : 46-52.

Reissig, W.H. 1974. Field tests of the response of Rhagoletis pomonella to apples. Environ. Entomol. 3 : 733-736.

Reissig, W.H. 1975a. Evaluation of traps for apple maggot in unsprayed and commercial apple orchards. J. Econ. Entomol. 68 : 445-448.

Reissig, W.H. 1975b. Performance of apple maggot traps in various apple tree canopy positions. J. Econ. Entomol. 68 : 534-538.

Reissig, W.H. et J.P. Tette. 1979. Apple maggot (Diptera : Tephritidae) monitoring in an apple pest management program. Can. Entomol. 111 : 621-625.

Reissig, W.H., B.H. Stanley, W.L. Roelofs et M.R. Schwarz. 1985. Tests of synthetic apple volatiles in traps as attractants for apple maggot flies (Diptera : Tephritidae) in commercial apple orchards. Environ. Entomol. 14 : 55-59.

Rivard, I. 1972. Piégeage de la mouche de la pomme à l'aide de pommes artificielles engluées. Phytoprotection 53 : 62-70.

Sears, M.K. et C.P. Dufault. 1986. Flight activity and oviposition of the cabbage maggot, Delia radicum (Diptera :Anthomyiidae), in relation to damage to rutabagas. J. Econ. Entomol. 79 : 54-58.

Showers, W.B., G.L. Reed et H. Oloumi-Sadeghi. 1974. Mating studies of female european corn borer : relationship between deposition of eggs masse on corn and captures in light traps. J. Econ. Entomol 67 : 616-619.

Skinner, G. et S. Finch. 1986. Reduction of cabbage root fly (Delia radicum) damage by protective discs. Ann. appl. Biol. 108 : 1-10.

Stanley, B.H., W.H. Reissig, W.L. Roelofs, M.R. Schwarz et C.A. Shoemaker. 1987. Timing treatments for apple maggot (Diptera : Tephritidae) control using sticky sphere traps baited with synthetic apple volatiles. J. Econ. Entomol. 80 : 1057-1063.

Starratt, A.N. et D.G.R. McLeod. 1976. Influence of pheromone trap age on capture of the european corn borer. Environ. Entomol. 5 : 1008-1010.

Stockel, J., L. Peypelut., F. Sureau et J-P. Carles. 1984. Importance de la protandrie dans la valeur du piégeage sexuel pour l'évaluation numérique des mâles chez la pyrale du maïs Ostrinia nubilalis Hbn. (Lep. Pyralidae). Oecol. Applic. 3 : 235-243.

Swift, F.C. 1982. Field tests of visual and chemical lures for apple maggot flies. J. Econ. Entomol. 75 : 201-206.

Trottier, R., I. Rivard et W.T.A. Neilson. 1975. Bait traps for monitoring apple maggot activity and their use for timing control sprays. J. Econ. Entomol. 68 : 211-213.

Vakenti, J.M. et H.F. Madsen. 1976. Codling moth (Lepidoptera : Olethreutidae) : monitoring populations in apple orchards with sex pheromone traps. Can. Entomol 108 : 433-438.

van de Veire, M. et V. Vacante. 1984. Greenhouse whitefly control through the combined use of the color attraction system with the parasite wasp Encarsia formosa (Hym : Ahelinidae). Entomophaga 3 : 303-310.

Vernon, R.S. 1986. A spectral zone of color preference for the onion fly, Delia antiqua (Dipterea : Anthomyiidae), with reference to the reflective intensity of traps. Can. Entomol. 118 : 849-856.

Vernon, R.S. et D.L. Bartel. 1985. Effects of hue, saturation, and intensity on color selection by the onion fly, Delia antiqua (Meigen) (Diptera : Anthomyiidae) in the field. Environ. Entomol. 14 : 210-216.

Vernon, R.S. et J.H. Borden. 1983a. Dispersion of marked released Hylemya antiqua (Meigen) (Diptera : Anthomyiidae) in an onion field. Environ. Entomol. 12 : 646-649.

Vernon, R.S. et J.H. Borden. 1983b. Spectral specific discrimination by Hylemya antiqua (Meigen) (Diptera : Anthomyiidae) and other vegetable - infesting species. Environ. Entomol. 12 : 650-655.

Vincent, C. et M. Letendre. 1988. Applications du piège à phéromone Multipher en phytoprotection agricole. (non publié) page :1-21.

Vincent, C. et M. Mailloux. 1988. Abondance, importance des dommages et distribution de l'hoplocampe des pommes au Québec de 1979 à 1986. Ann. Soc. Entomol. Fr. 24 : 39-46.

Vincent, C. et L.G. Simard. 1986. Monitoring Orthosia hibisci (Lepidoptera : Noctuidae) with Pherocon IC and Hara traps. J. Econ. Entomol. 79 : 1497-1500.

Vincent, C. et R.K. Stewart. 1981. Evaluation de deux types de pièges pour le dépistage des adultes de la mouche du chou, Hylemya (Delia) brassicae (Wiedmann) (Diptera : Anthomyiidae). Ann. Soc. Entomol. Qué. 26 : 41-50.

Wadsworth, J.T. 1917. Report on a trail of tarred felt « discs » for protecting cabbages and cauliflowers from attacks of the cabbage root fly. Ann. Appl. Biol. 3 : 82-91.

Weires, R.W., W.H. Reissig et F.J. McNicholas. 1980. Control of Orthosia hibisci on apple. J. Econ. Entomol. 73 : 748-751.

Yudin, L.S., W.C. Mitchell et J.J. Cho. 1987. Color preference of thrips (Thysanoptera : Thripidae) with reference to aphids (Homoptera : Aphididae) and leafminers in hawaiian lettuce farms. J. Econ. Entomol. 80 : 51-55.

ANNEXE A

Description des techniques physiques

LES TECHNIQUES DE PIÉGEAGE

Les pièges à phéromones

Les phéromones sont des substances naturelles sécrétées par les insectes, assurant une communication chimique olfactive entre les individus d'une même espèce ; par exemple, les phéromones sexuelles. Les phéromones disponibles sur le marché proviennent de produits organiques de synthèse qui présentent les mêmes propriétés de médiateur chimique que les substances naturelles. Leur efficacité et leur spécificité n'affectent pas les arthropodes utiles et elles sont sans risque pour la santé des utilisateurs, surtout comparées aux insecticides conventionnels.

Pour certaines espèces de ravageurs, les formulations de phéromones sexuelles de synthèse peuvent être disponibles commercialement avec différents systèmes de distributeurs à phéromones. Les distributeurs les plus couramment utilisés sont les « rubber septa », les « microtubule », les « polyvials » et les « plastic laminates ». Les principaux types de pièges à phéromones sont connus sous les noms de « Wing Trap », « Delta Trap », « Pherocon Trap », « Tent Trap » et « Multi-pher ». Les phéromones sont principalement utilisées pour le dépistage et le suivi des insectes, d'une part, et la répression directe des populations de ravageurs, d'autre part. Le dépistage implique un nombre restreint de pièges utilisés dans le but de détecter les densités de populations d'insectes sur une culture afin d'établir une recommandation adéquate. La suppression ou le piégeage massif, à l'aide de pièges à phéromones, consiste à utiliser un grand nombre de pièges afin de capturer une quantité suffisante d'insectes et ainsi abaisser leur densité de population en-dessous d'un seuil économique préétabli.

Phéromones d'accouplement

Ces phéromones, substances attractives naturelles, sont émises habituellement par les femelles chez plusieurs espèces d'insectes, invitant ainsi les individus mâles à l'accouplement. La conception des différents pièges à phéromones varie selon les objectifs à atteindre et l'insecte visé. L'effet attractif de la phéromone peut être aussi combiné à celui d'un leurre visuel.

Les pièges visuels

Afin d'augmenter leur attirance, certains pièges sont conçus pour être des leurres visuels. Ces leurres jouent un rôle de stimuli dans l'orientation et le comportement des espèces de ravageurs. Les pièges visuels sont basés uniquement sur l'attrait de leurs formes et de leurs couleurs. Et ceci en simulant soit une source de nourriture, soit un site d'agrégation, soit un lieu d'accouplement ou d'oviposition, etc.

Les pièges visuels et les pièges-appâts sont faits de carton paraffiné, de polyéthylène, de plexiglass, de bois ou de moustiquaire. Ces pièges sont souvent recouverts d'une substance adhésive afin de retenir l'insecte. Certains modèles de pièges pré-englués sont disponibles sur le marché. Les substances adhésives sont utilisées pour les pièges non pré-englués et,

en particulier, pour recycler les pièges utilisés ou ceux qui sont défraîchis par les intempéries et les rayons du soleil.

Les panneaux de couleurs

Les panneaux rectangulaires colorés les plus fréquemment utilisés sont les panneaux jaunes (Affeldt et al., 1983 ; Aliniazee et al., 1987 ; Gillespie et Quiring, 1987 ; Neilson et al., 1976, 1981 ; Prokopy et Hauschild, 1979 ; Swift, 1982 ; van de Veire et Vacante, 1984) et les panneaux blancs (Owens et Prokopy, 1978a, 1978b ; Prokopy et al., 1977, 1978, 1979, 1982). Ces panneaux sont faits de carton ou de plexiglass. Ils sont suspendus selon le type de culture ; par exemple, aux branches dans les vergers, au-dessus des plants dans les serres, etc. Afin de retenir l'insecte ravageur, les panneaux sont recouverts d'une substance adhésive.

Panneaux jaunes : ceux utilisés en serres ont une dimension généralement de 4 x 60 cm, tandis que ceux utilisés en vergers mesurent environ 22 x 30 cm. Les longueurs d'ondes émises par les différentes teintes de jaune disponibles sont sélectives à cause de leur effet attractif sur plusieurs espèces de ravageurs.

Panneaux blancs : la surface colorée de ces pièges, (approximativement 15 x 20 cm), ne réfléchit pas les rayons ultraviolets et simule, par exemple, l'émission de la longueur d'ondes des inflorescences des végétaux, particulièrement celle des pommiers.

Les rubans de couleurs

Des rubans de plastique, habituellement de couleurs jaune ou bleue, sont utilisés afin d'attirer les ravageurs. Par exemple, dans les serres, ces rubans sont disposés par bandelettes à la verticale (Gillespie et Quiring 1987) ou de façon continue à l'horizontale au-dessus des plants. Ces pièges nécessitent l'emploi de substances adhésives qui peuvent être pré-engluées ou non.

Les sphères rouges

Ces pièges visuels, d'un diamètre de 7,5 à 8 cm, dont la forme et la couleur imitent la pomme (Prokopy, 1973 ; Reissig, 1974) sont suspendus aux branches des pommiers. Ils servent d'attrait pour la mouche de la pomme, notamment lors de l'accouplement et de la ponte des oeufs. Différents modèles de sphères, pré-englués ou non, sont disponibles sur le marché. La sphère réutilisable de bois avec une finition en émail rouge et le modèle en plastique non réutilisable (Biolure) sont les modèles les plus fréquemment employés. Des attraits alimentaires peuvent être ajoutés à ces sphères, afin d'en augmenter l'attirance (Stanley et al., 1987).

Les pièges coniques

Ces pièges circulaires sont recouverts de moustiquaire de fibre de verre (Eckenrode et Arn, 1972 ; Sears et Dufault, 1986) ou d'acétate (Dindonis et Miller, 1980). Les insectes sont attirés par l'effet combiné d'un panneau

jaune et d'un appât alimentaire tel l'oignon (Boivin et Benoit, 1987 ; Eckenrode et al., 1975 ; Miller et al., 1984) ou encore par le produit n-dipropyl disulfide (Boivin et Benoit, 1987). Ces pièges retiennent les insectes grâce au réflexe de phototaxie positive de ces ravageurs.

Les pièges à eau

Il s'agit d'un bassin, coloré en jaune ou en jaune-vert, rempli d'eau et de quelques gouttes de détergent bactéricide (Lestoil). Le piège peut être muni d'un distributeur de substances olfactives placé au-dessus de l'eau pour attirer les insectes. La couleur du piège agit comme attrait visuel (Coaker, 1979 ; Vincent et Stewart, 1981).

Les pièges-appâts

Les panneaux jaunes

L'efficacité de ces pièges est basée sur l'attrait de la couleur. Ils sont fabriqués de carton ou de plexiglass pré-englués et munis d'un appât à base de substances alimentaires. Ces substances naturelles ou chimiques peuvent être, par exemple, une odeur florale pour les insectes nectariphages, des huiles essentielles pour les insectes phytophages ou des substances à base de sels ammoniacaux pour les insectes frugivores.

Les plaques de bois

Ces pièges sont composés de plaques de bois, espacées verticalement les unes des autres de 3 mm, et fixées sur deux planches, l'une servant de base et l'autre de toit. Une ouverture dans les plaques de bois sert à introduire l'appât (carotte). Ce piège a été mis au point pour dépister les adultes hivernant du charançon de la carotte. Il peut servir à déterminer un seuil économique d'intervention (Boivin, 1985).

Les pièges à géotropisme

Ces pièges sont utilisés particulièrement pour le dépistage des adultes de la chrysomèle des racines du maïs. Le piège est placé sur le sol près d'un plant de maïs. Fabriqué de grillage métallique, il doit avoir un coin surélevé, où la chrysomèle monte par géotropisme négatif, dans un pot contenant une plaquette insecticide.

Les pièges à insectes volants

Les pièges lumineux

L'utilisation de pièges lumineux est une des techniques les plus efficaces pour capturer un grand nombre d'insectes volants, ceux-ci étant attirés par la lumière artificielle. Ce type de piège est restreint aux insectes nocturnes. Le piège lumineux-type est constitué d'un ou plusieurs tubes fluorescents à lumière ultraviolette situés au-dessus d'un récipient destiné à récupérer les insectes.

Les techniques de barrières et de répulsion

Les filtres à ventilateur

Le filtre à ventilateur est un filtre-écran de plastique doublé d'un moustiquaire de soutien qu'on insère dans les ventilateurs des serres. Ce filtre permet le passage de l'air mais bloque l'entrée des arthropodes qui se trouvent à l'extérieur.

Les pellicules plastiques

La plasticulture est l'ensemble des techniques relatives à l'utilisation de matières plastiques pour les productions agricoles et horticoles. Ces matières sont utilisées, entre autres, pour la confection de bâches ainsi que pour le paillage. Certaines pellicules de polyéthylène, incolores ou noires, sont poreuses à l'eau et permettent une autoventilation. Ces pellicules disponibles en rouleaux peuvent s'installer manuellement ou mécaniquement sur les plantes. Elles bloquent, de cette façon, l'accès aux insectes (Millar et Isman, 1988) qui ne pourront aller y pondre ni même s'y alimenter. Les pellicules incolores ont un bon effet de serre et transmettent la lumière incidente. Leur emploi nécessite toutefois un désherbage préalable, tandis que les pellicules opaques, quoique possédant de moins bonnes propriétés thermiques, garantissent un sol sans mauvaises herbes.

Les disques-abris

Les disques de caoutchouc, d'un diamètre de 30 cm, sont imbibés d'un répulsif (benzyl benzoate) et sont disposés autour de la tige des plants. Les disques de goudron placés autour de la tige agissent comme barrière physique en empêchant les femelles d'y pondre (Coaker, 1979 ; Skinner et Finch, 1986).

Les techniques de prélèvements

Le battage

Cette technique consiste à frapper avec un bâton, la branche ou le feuillage d'un arbre ou d'un arbuste, afin de faire tomber les arthropodes dans un entonnoir de Steiner, et de les récupérer dans un récipient (Leblanc et al., 1981).

Technique par irradiation

La stérilisation des mâles

La stérilisation s'effectue avec des rayons X ou des rayons gamma. La technique est appliquée à la population mâle d'une espèce particulière. Ensuite, cette population irradiée est libérée dans les cultures où l'on retrouve les femelles de cette même espèce. L'accouplement des mâles avec les femelles déclenche la ponte, mais ces oeufs seront stériles. Cette technique a pour effet de diminuer les dommages aux cultures tout en réduisant la population du ravageur en cause.

Autres techniques

Les savons insecticides et l'huile de pin

Les savons insecticides furent inclus dans les alternatives aux insecticides à cause de leur faible toxicité pour l'environnement. Ces savons sont dilués et appliqués de la même façon que les insecticides. L'huile de pin (Norpine-65, Petrochemical) est présentement testée pour inhiber la ponte chez les femelles gravides de la mouche de l'oignon.

Les modèles bioclimatiques

Avec une connaissance du cycle biologique d'un insecte, il est possible de prédire les dates d'émergence ou les différents stades de développement des populations, grâce à l'enregistrement de l'accumulation saisonnière des degrés-jours. Cette technique nécessite une phase expérimentale préliminaire pour déterminer les degrés-jours nécessaires pour provoquer l'émergence des insectes pour une région biogéographique donnée. L'enregistrement des températures se fait à l'aide d'un thermographe placé dans une station météorologique près des cultures. Cet appareil permet de noter la température de l'air ainsi que la température du sol. La technique des degrés-jours peut être combinée à l'utilisation de différentes techniques de dépistage afin d'augmenter le succès de la répression des populations d'insectes.

ANNEXE B

Noms des compagnies, institutions et stations de recherches sollicitées pour obtenir des informations sur des produits commercialisés

Albany International
110 A Street Needham Heights, Mass. 02194

Applied Bionomics
8801 East Saanicton Road, Sidney, B.C. Can.

Bend Research Inc.
64550 Research Rd. Bend, Ore. 97701

Better Yield insects
13310 Riverside Drive, Tecumseh, Ontario, Canada

Cooperative Extension Service
Michigan State University, East Lansing, MI 48824

Health-Chem Corp.
1107 Broadway, New York, N.Y. 10010

Insects Limited Inc.
10505 N. College Ave., Ind. 46280

J.T. Baker Chemical Co.
Horticultural Products, Phillipsburg, N.J. 08865

Le Groupe Bio-Contrôle Inc.
2600, rue Dalton, Sainte-Foy, Québec, Canada, G1P 3S4

Massachusetts Cooperative Extension Service
University of Massachusetts, Amherst, MA 01003

Mellinger's
North Lima, Ohio 44452

Necessary Trading Co.
New Castle, Va. 24127

New England Insect Traps
Box 938, Amherst, Mass. 01004

Reuter Laboratories
P.O. Box 346, Haymarket, Va. 22069

Zoecon Corp.
975 California Ave. Palo. Alto, Calif. 94304

ANNEXE C

Groupes de recherche du Québec oeuvrant dans le domaine des alternatives (techniques physiques)

ÉTABLISSEMENTS	CHERCHEURS	TECHNIQUES	RAVAGEURS	CULTURES
Université McGill Collège Macdonald	Stuart Hill	Rubans de couleurs Panneaux jaunes	Thrips Aleurodes	Concombre Tomate
Université McGill Collège Macdonald	Robin Stewart William N. Yule	Pièges-appâts	Chrysomèle des racines du maïs	Maïs
Université Laval	Jeremy McNeil	Pièges à phéromones	Légionnaire uniponctuée	Maïs
Service de recherches en phytotechnie MAPAQ Laboratoire de diagnostic MAPAQ, Saint-Hyacinthe	Claude Ritchot	Pièges à phéromones Pièges à géotropisme	Pyrale du maïs Chrysomèle des racines du maïs	Maïs Maïs
Service de recherches en phytotechnie MAPAQ Saint-Hyacinthe	Michèle Roy	Panneaux jaunes Sphères rouges Panneaux blancs	Mouche de la pomme Mouche de la pomme Punaise terne	Pomme Pomme Pomme
Station de recherches Agriculture Canada Saint-Jean-sur-Richelieu	Guy Boivin	Pièges-appâts Pièges coniques Panneaux blancs Panneaux jaunes	Charançon de la carotte Mouche de l'oignon Punaise terne Mouche de la carotte	Carotte Oignon Céleri Carotte
Station de recherches Agriculture Canada Saint-Jean-sur-Richelieu	Charles Vincent	Panneaux jaunes Sphères rouges Pièges à phéromones Pièges à phéromones Panneaux blancs Panneaux blancs	Mouche de la pomme Mouche de la pomme Orthosie verte Carpocapse de la pomme Punaise terne Hoplocampe des pommes	Pomme Pomme Pomme Pomme Pomme Pomme
Complexe scientifique Québec MAPAQ	R.-M. Duchêsne	Pellicules plastiques	Doryphore de la pomme de terre	Pomme de terre